



Dobos Imre

A környezeti tényezők beépítése a termeléselméletbe

93. sz. műhelytanulmány



**BCE VÁLLALATGAZDASÁGTAN INTÉZET
VERSENYKÉPESSÉG KUTATÓ KÖZPONT**

¹ A műhelytanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-09/1/KMR-2010-0005 azonosítójú projektje, *A nemzetközi gazdasági folyamatok és a hazai üzleti szféra versenyképessége* címet viselő alprojektjének kutatási tevékenysége eredményeként készült.

TARTALOMJEGYZÉK

I. Bevezetés	4
II. A környezeti hatások integrálás a vállalatgazdasági termeléselméletbe	8
II.1. A termelési tényező-termék rendszer környezetorintált kibővítése	10
II.2. Technológiailag hatékony környezeti tevékenységek	14
II.3. Gazdaságilag hatékony környezeti tevékenységek	15
III. A kormányzati környezetvédelmi politika hatásai a vállalat termelésére	16
III.1. Közvetlen és közvetett környezetvédelmi szabályozás hatása a vállalati termelésre	17
III.2. A szennyezési jogok hatása a vállalati termelési politikára	18
III.3. Az újrafelhasználás hatása a vállalati termelésre	18
IV. Összefoglalás	19
V. Melléklet: A témához kapcsolódó saját publikációk.....	20
Hivatkozások	21

Absztrakt

A dolgozat célja, hogy bemutassa azokat a próbálkozásokat, amelyek a német nyelvterületen folytak a 80-as és 90-es évek fordulóján azt keresve, hogy hogyan lehet a környezetvédelmet a vállalatgazdaságtani termeléselméletbe integrálni. Erre az első lépés az volt, hogy a termeléselméletben ismert termelési tényezők és termékek csoportjait kiterjesztették környezeti javakra is. Ezek a javak lehetnek termelési tényezők és (mellék)termékek is. A környezeti javakat aztán még felosztották kívánt és nemkívánt kategóriákba is. Ez a lépés tekinthető a környezeti javak internalizálásnak. Második lépésként a kiterjesztett termelési tényező-termék mellé a megfelelő értékelést, árakat rendeltek. Ezzel a kiterjesztéssel lehetővé vált a termeléselméletben alkalmazott tevékenységelemzés (activity analysis) módszertanának alkalmazása, amely két szinten értelmezi a hatékonyságot: technológiai szinten, ami technológiailag hatékony termelési kombinációkat fedl (ez a termelési függvény), majd gazdaságilag hatékony kombinációkat elemzi, amelyek a nyereségmaximumot adják a vállalat számára.

Kulcsszavak: termelés, logisztika, termeléselmélet, környezetvédelem

Introduction of Environmental Aspects in Production Theory

Abstract

The working paper presents the results of the research made in the German speaking countries in production theory. The first step in the integration of environmental aspects in production theory is to extend the production factor and product system of the classical theory of production with environmental goods, as air, water etc. This makes it possible to internalize the externalities in the business processes. The second and third steps are to define the environment-oriented production function and profit maximizing activities.

Key words: production, logistics, production theory, environmental management

I. Bevezetés

A következő dolgozat célja, hogy egy áttekintést nyújtson azokról a kutatásokról, amelyek a német nyelv országokban (Németország, Ausztria és Svájc) folytak a nyolcvanas és kilencvenes években, és a környezetvédelmet próbálták meg integrálni a termelési és logisztikai oktatásba. Mindezt azért tűztem ki célul, hogy az 1994-ben elkezdett kutatásaim hátterét vázoljam, és az okokat kíséreljem meg felvázolni. A fenti két információ, vagyis a német nyelvterület és az 1994-es év azért fontos a számomra, mert a bemutatandó dolgozatban szereplő dolgozatok nagy része az 1994 és 2004 közötti tevékenységemet reprezentálja, és publikációimból nyújt egy áttekintést. Az említett időintervallumban végzett tevékenységem három egyetemhez kapcsolódik: az Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder), az Universität Bielefeld és a Budapesti Corvinus Egyetem intézményekhez.

A környezetvédelem értéktermelő folyamatok menedzsmentjébe (termelésbe és logisztikába) történő beépítésével 1994 májusában találkoztam először. 1994 májusa és 1999 áprilisa között tíz szemesztert volt szerencsém eltölteni Frankfurt (Oder)-ben a helyi egyetem tudományos munkatársaként. A tanszéket, ahol dolgoztam Prof. Dr. Knut Richter vezette, és a neve Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insb. Industriebetriebslehre (szabad fordításban: Általános Vállalatgazdaságtan, különösen Ipargazdaságtan tanszék) volt. Már a felvételi elbeszélgetésen arra hívta fel Richter professzor a figyelmemet a tanszéke a szokásos és általános termelésgazdaságtani oktatási és kutatási témák mellett a környezeti problémák termelési és logisztikai folyamatokra gyakorolt hatását is vizsgálja. Tehát a kutatási célként a téma számomra ettől az időponttól adott volt. A tanszéken ekkor kettős célt fogalmaztunk meg:

- egyrészt a kormányzati környezetvédelmi szabályozás hatásainak a vállalati termelési politikára gyakorolt hatásainak vizsgálatát,
- a környezetvédelem vállalatgazdaságtani termeléselméletbe (Betriebswirtschaftliche Produktionstheorie) történő integrálásának kutatása, valamint
- az újratermelés hatásainak elemzését, különös tekintettel annak a vállalati termelési-készletezési politikára kifejtett hatásának elemzését.

Mivel Richter professzor kutatási módszertana a kvantitatív módszereket részesítette előnyben, ezért módomban nyílt az egyetemünkön (akkor éppen Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem) végzett

korábbi kutatásaimat továbbfolytatni, és azt a környezeti témákkal kiterjeszteni. Ez volt az a peremfeltétel, ahonnan akkor elindultam.

A Frankfurt (Oder)-i egyetemen meglévő szerződéselem lejártá után további három szemesztert volt szerencsém eltölteni a Bielefeld-i egyetemen Prof. Dr. Klaus-Peter Kistner mellett a Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung (Vállalatgazdaságtan és Operációkutatás tanszék) tanszéken, mint tudományos tanácsos. Ebben a félévben továbbfolytathattam a korábbi kutatásaimat, és sikerült a statikus környezettudatos termeléselméletet a dinamika irányába kiterjeszteni.

Mivel a magyar vállalatgazdaságtanban a termeléselméleti kérdések nem olyan hangsúlyosak, mint a német nyelvterületen, ezért az ottani kutatásaimat itthon nem tudtam teljes mértékben hasznosítani. Mégis úgy gondolom, hogy hasznos lehet tapasztalataim közreadása, mert ezzel egy másik gazdálkodástani kultúrkört ismerhet meg a kutozó, amely eltér az uralkodó angolszász gondolatvilágtól. Hazatérésem után mindezekért a kutatásaim súlypontja az újrafelhasználási folyamatok maradt, természetesen szoros kutatási kapcsolatot fenntartva Richter professzorral. A korábbi eredményeimet az 2007-ben keletkezett doktori munkámban összegeztem. Ezek a kutatások az optimális tétel nagyság újrafelhasználással történő kiterjesztésére estek, amelyet itt nem lesz módomban újra bemutatni. Köszönet illeti Czákó Erzsébet professzorasszonyt, hogy oktató- és kutatóhelyet biztosított számomra az akkor még Vállalatgazdaságtan tanszéken, majd intézetben tevékenységem folytatásához.

Talán sokakban felmerül a kérdés, hogy a német nyelvterületen miért is olyan hangsúlyos vállalatgazdasági termeléselmélet, amely a közgazdaságtanban, azon belül is a mikroökonómiában is oktatott téma. Erre a legegyszerűbb válasz talán az lehetne, hogy azért, mert ez Németországban így alakult ki, és a német gondolkodás mindig is nyitott volt az elméleti megközelítésekre. És ez a válasz, akármilyen egyszerű is, közel jár a valósághoz. A német gazdálkodástani oktatásra az jellemző, hogy az oda bekerülő hallgatóknak először egy áttekintést adnak a gazdálkodástan minden területéről. Az ilyen tárgyak neve majdnem minden egyetem Einführung in die Betriebswirtschaftslehre (Bevezetés a gazdálkodástudományba). A német nyelvterület talán legbefolyásosabb ilyen alapművét Erich Gutenberg (1951, 1983) publikálta. Ebben közel a mai közgazdaságtani termeléselmélet fogalmaival írja le az ipari termelés egy modelljét. Ettől lehet számítani a vállalatgazdaságtani termeléselmélet kezdetét a német nyelvterületen, ellentétben a közgazdasági termeléselmélettel (Volkswirtschaftliche Produktionstheorie). A termeléselmélet két ága között néha nagyon nehéz határt vonni. Az alapfogalmak nagyrésze egyezik a két diszciplínában, talán azzal az eltéréssel, hogy a vállalatgazdasági termeléselméletben több alkalmazás és empiria van. Összegezve, történeti okokból

maradt a német gazdálkodástudományi oktatás része a termeléselmélet. Hozzá kell azonban tenni, hogy a legújabb német kutató nemzedék egyre inkább elfordul ettől a tradíciótól, és kezd amerikai mintákat felvenni, vagyis a német vállalatgazdasági termeléselmélet kiszorul az oktatásból és kutatásból, mert annak eredményeit nem nagyon lehet angol nyelvű folyóiratokban publikálni. Csak apró példa erre. A német nyelvterület vezető gazdálkodástani folyóirata a Zeitschrift für Betriebswirtschaft 2013 januárjától kizárólag csak angol nyelvű cikkeket fogad el publikálásra, és a folyóirat nevét is Journal of Business Economics-ra cseréli.

Ebben a dolgozatban arra teszek kísérletet, hogy bemutassam a termeléselmélet környezetvédelemmel történő kiterjesztését, valamint azt a módot, ahogyan ezt a német nyelvterület kutatói tették. Alapvetően három iskola és kutatói végezték el a termeléselmélet környezettel történő kibővítését. Az első ilyen irányú próbálkozást Kistner (1983) tette meg, aki a környezetvédelmet először építette be a termeléselméletbe az tevékenységelemzésen (activity analysis) keresztül. A tevékenységelemzés kidolgozása Koopmans (1951) nevéhez fűződik. Ezt a korai munkáját folytatta aztán Kistner (1993) tovább 1993-as termeléselméleti tankönyvében, amelyben külön fejezetet szentel a környezet és a termelés kapcsolatának. Hozzá kell tennünk hogy ezen eredmények elterjesztésében nagy szerep volt Marion Steven professzorasszonynak is, aki doktoriját, majd habilitációját is ebből a témakörből írta. (Kistner-Steven (1993)) Ezután Dyckhoff (1992, 1993) folytatta a két diszciplína, tehát a termeléselmélet és környezetvédelem összekötését. Az ő talán legnagyobb érdeme talán a termeléselmélet termelési faktor és termék rendszerének alapos, szisztematikus vizsgálata volt. A tevékenységelemzés nála is megjelenik, de azt már Kistner (1983) használta a termelés környezeti hatásainak vizsgálatára. Végül, Dinkelbach és Rosenberg (1994) voltak akik a tevékenységelemzés lineáris programozási megoldásaira hívták fel a figyelmet. Fel szeretném ugyanakkor arra is hívni a figyelmet, hogy amit most ismertetek az csak a „jéghegy csúcsa”, ugyanis a 2000-es évek elejéig számtalan doktori munka született a három iskolán belül, amelyeket a terjedelmi korlátok miatt nem tudok ismertetni.

A vállalatgazdasági termeléselmélet környezettel történő kibővítése alapvetően három irányban érhető el, anélkül, hogy teljesen új elméletet kellene építeni. Mivel a következő munka a termeléselméletet a tevékenységelemzés szemszögéből elemzi, ezért nem fogjuk a továbbiakban külön kiemelni, hogy ez egy tevékenységelemzés alapú termeléselmélet. A klasszikus termeléselmélet alapvetően három fontos pilléren nyugszik:

- a termelési tényezők és a termékek elmélete,
- a technológiailag hatékony tevékenységek elmélete, azaz a termelési függvények elmélete,
- és

- gazdaságilag hatékony tevékenységek elmélete, ami jelenthet költségminimális tevékenységeket és nyereségmaximális tevékenységeket.

Amint látható, e három elméleti építmény szorosan egymásra épül. Először a vizsgálat objektumát határozza meg, azaz a gazdasági szempontból figyelembe veendő termékek és szolgáltatások körét, valamint a technológiailag megvalósítható tevékenységeket, majd ezt a tevékenységi halmazt leszűkítjük azokra a tevékenységekre, amelyek technológiailag a leghatékonyabbak, végül a technológiailag hatékony tevékenységek (termelések) közül a bevétel-ráfordítás szempontjából leghatékonyabb termeléseket választjuk ki.

A környezettudatos termeléselmélet kidolgozásához, amint korábban megállapítottuk, nem szükséges egy teljesen új elmélet, csak a már létező építményünket kell bővítenünk, hogy a környezetvédelem is kezelhető legyen benne. A dolgozat további része ezt a bővítési lehetőséget írja le a korábban idézett szerzők munkáira alapozva. Ezzel foglalkozik a dolgozat második szakasza. A harmadik rész azt fogja vizsgálni, hogy a kormányzati környezeti szabályozást hogyan lehet az ismert termeléselméleti modellbe beépíteni. Ebben a részben három irányra térünk ki hangsúlyozottan:

- közvetlen (normatív) és közvetett (gazdasági) szabályozások hatásának vizsgálata a termelésre (Kerekes-Szlávik (1996), Kerekes (2007), vagy Wicke (1993)),
- szennyezési jogok hatása a vállalati termelésre (Dinkelbach-Rosenberg (1994), Dethloff-Seelbach (1998)) és
- az újrahasznosítás a termelési modellekben.

Végül az utolsó részben összefoglaljuk a dolgozat eredményeit.

A dolgozat tartalmaz még egy függelék is, amely az 1994 és 2004 közötti, a témában megjelent cikkeimet tartalmazza, és amelyek nem kerültek be a 2007-es, optimális tétel nagyság modelljét vizsgáló visszatás logisztikával foglalkozó doktori dolgozatomba. Ezen dolgozatok jó része matematikailag a Pontrjagin-féle maximumelvel, vagyis optimális irányítással oldja meg a dinamikusan megfogalmazott vállalati termelési-készletezési problémákat. A dolgozatok nagy része impaktfaktoros folyóiratban jelent meg, és a rájuk adott hivatkozások száma a kétszázhoz közelít. Ez lesz a váza a 2012-ben beadandó akadémiai doktori dolgozatomnak is.

II. A környezeti hatások integrálás a vállalatgazdasági termeléselméletbe

Mielőtt kifejténénk a termeléselmélet környettudatos kiterjesztését, röviden foglaljuk össze a lineáris tevékenységelemzés (linear activity analysis) alapjait. A tevékenységelemzés alapvetően input-output termelési/szolgáltatási rendszereket vizsgál, ahol ismertek a rendszer inputjai és outputjai is, és ezen kívül a felhasznált technológia is adott az összetartozó, lehetséges inputokkal és outputokkal együtt. A továbbiakban Kistner (1993) munkája alapján ismertetem a lineáris tevékenységelemzést.

A tevékenység, vagy termelés alatt olyan összetartozó $\underline{y} = (-\underline{r}, \underline{x})$ párokat értünk, amelyekre az \underline{r} mennyiségű nemnegatív termelési tényező felhasználása mellett \underline{x} mennyiségű nemnegatív termék keletkezik. Feltételezzük, hogy a termelési tényezők száma n , a termékek száma pedig m , tehát az \underline{y} tevékenység az $n+m$ dimenziós térben fekszenek. Az összes lehetséges összetartozó $\underline{y} = (-\underline{r}, \underline{x})$ tevékenységi párt technológiai halmaznak vesszük, és $T = \{(-\underline{r}, \underline{x}) \mid (-\underline{r}, \underline{x}) \text{ megvalósítható}\}$ szimbólummal jelöljük. További három feltételezéssel élünk a technológiai halmazzal kapcsolatban:

1. Feltételezés: Arányosság. Ha $\underline{y} \in T$, és $\mu > 0$, akkor $\mu \underline{y} \in T$, vagyis egy adott tevékenység többszöröse is megvalósítható.
2. Feltételezés: Additivitás. Ha $\underline{y}_1 \in T$, és $\underline{y}_2 \in T$, akkor $\underline{y}_1 + \underline{y}_2 \in T$, vagyis két megvalósítható tevékenység összege is megvalósítható.
3. Feltételezés: A pazarlás lehetősége. A termelési tényező felhasználása lehetséges kibocsátás nélkül: $\underline{y} = (-\underline{r}, \underline{0}) \in T$.

E három feltételezést kielégítő technológiát lineáris technológiának, vagy Leontief-technológiának nevezzük. (A német nyelvterületen nevezik Leontief-félének az ilyen technológiákat.) Központi szerepet játszik még a termelési folyamat fogalma a lineáris technológiákban. Legyen $\underline{y}^* = (-\underline{r}^*, \underline{x}^*) \in T$ egy lehetséges tevékenységet. A $\pi = \{\underline{y} \mid \underline{y} = \mu \underline{y}^*, \mu \geq 0\}$ halmazt az \underline{y}^* tevékenységhez tartozó termelési folyamatnak nevezzük. Lineáris technológiákban az ilyen termelési folyamatok száma véges, így az összes lehetséges tevékenységet leírhatjuk azok lineáris kombinációjával. Ez adja az ötletet ahhoz, hogy a termelési folyamatokat egy-egy kitüntetett elemmel jelöljük, pl. $\underline{y} = \underline{c} \, z = (-\underline{a}, \underline{b}) \, z$, ahol z egy valós szám, és azt jelöli, hogy milyen intenzitással alkalmazzák az $(-\underline{a}, \underline{b})$ tevékenységet. Az ilyen bázistevékenységeket a továbbiakban ismertnek tételezzük fel.

Egy ilyen \underline{c}^0 bázistevékenységet hatékonynak nevezünk, ha nem létezik olyan \underline{c} tevékenység, amelyre $\underline{c} \geq \underline{c}^0$, vagyis amelyik tevékenység kisebb ráfordítás mellett nagyobb eredményt (termékeket) produkálna. Ez egyben azt is jelenti, hogy az ilyen tulajdonsággal rendelkező tevékenységek egyben

technológiailag is hatékonyak. Tehát ebben a metszetben semmit sem mondhatunk a gazdasági hatékonyságról, vagyis a nyereségességről. Ezeket a tevékenységeket szokták egyszerű tevékenységeknek is nevezni. Egyszerűen belátható, hogy két hatékony tevékenység lineáris kombinációja is hatékony. (A bizonyítástól eltekintünk, azt az érdeklődő olvasó megtalálhatja pl. Kistner (1993) könyvében.) A véges hatékony technológiákat összefoghatjuk egy \underline{D} mátrixba is a következő módon:

$$D = \begin{bmatrix} -a_1 & -a_2 & \dots & -a_l \\ b_1 & b_2 & \dots & b_l \end{bmatrix},$$

ahol a hatékony technológiák száma l . Ekkor a technológiai halmazt a $T = \{y \in \mathfrak{R}_+^{n+m} \mid y = Dz, z \in \mathfrak{R}_+^l\}$ kifejezéssel értelmezhetjük.

A további vizsgálatainknál az egyszerűség kedvéért felteszük, hogy csak egy végtermékkel rendelkezik a vizsgált vállalatunk. A többtermékes esetre is hasonlóan végezhetnénk el az elemzésünket, ettől most eltekintünk. Ekkor a technológiai matrix a következő lesz:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} -a_1 & -a_2 & \dots & -a_l \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix},$$

amiből megalkotható az $A = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_l]$, ami az egyes technológiák termelési tényező-igényét jelöli. Ezzel az új jelöléssel a technológiai halmazt a következőképpen definiálhatjuk:

$T = \{(-r, x) \in \mathfrak{R}_+^{n+1} \mid Az \leq r, x = 1^T z, z \in \mathfrak{R}_+^l\}$, ahol az 1^T vector az összegzővektort jelöli, aminek minden eleme eggyel egyezik. Ez a jelölés lehetővé teszi, hogy a technológiai hatékonysághoz rendelhető termelési függvényt megkonstruáljuk.

Az ilyen lineáris technológia termelési függvényét az alábbi lineáris programozási feladat megoldásaként definiálhatjuk. Tételezzük fel, hogy ismert a rendelkezésre álló \underline{r}^o termelési tényező vector. Ekor az ehhez rendelhető maximális x^o kibocsátást előállító programot az alábbi feladat megoldásaként állíthatjuk elő:

$$\begin{aligned} x^o &= 1^T z \rightarrow \max \\ Az &\leq r^o, \\ z &\geq 0. \end{aligned}$$

Ezzel egy $x^o = F(\underline{r}^o)$ termelési függvényt konstruáltunk. Ennek a termelési függvénynek tulajdonságai kísértetiesen hasonlítanak a neoklasszikus termelési függvényére azzal a különbséggel, hogy az $F(\cdot)$

függvény csak szakaszosan differenciálható, de folytonos különben a változóiban, és konkáv. (A részletek az előbb is idézett Kistner (1993) könyvében találhatóak meg.)

A vállalatgazdasági termeléselmélet harmadik eleme a gazdaságilag hatékony tevékenységek felkutatása, természetesen az ismert $x^o = F(r^o)$ termelési függvény ismeretében. Ezt az irodalom egy, de akár két lépésben is végrehajtja. Ha adottak a termelési tényezők és a végtermék árai, akkor az alábbi feladatmegoldása adja a az adott árakhoz tartozó vállalatgazdaságilag hatékony, azaz nyereségmaximalizáló termelési tervet:

$$px - qr = pF(r) - qr \rightarrow \max.$$

Itt feltételeztük, hogy a termék ismert piaci ára p , míg a termelési tényezők ára a q vektorral jellemezhető. Mivel az $F(\cdot)$ termelési függvény konkáv a termelési tényezőkben, ezért létezik optimális megoldás, amiből már kiszámítható az optimális kibocsátás is. Az optimális termelési terv kétlépéses meghatározása abból indul ki, hogy adott a kibocsátási szint, akkor ahhoz milyen minimális költségkombináció szükséges. A feladat első szakasza tehát a következő feladat megoldását teszi szükségessé:

$$\begin{aligned} qr &\rightarrow \min \\ F(r) &= x^o, \end{aligned}$$

ahol az x^o adott. legyen ennek a feladatnak a megoldása r^o . Ez az r^o termelési tényező kombináció függ a kibocsátástól, tehát $r^o(x^o)$ formában is írható. A második lépésben a nyereséget maximalizálhatjuk, de most a kibocsátás függvényében, ami a $px^o - qr(x^o) \rightarrow \max$ feladat megoldását jelenti.

Ezzel összefoglaltuk a lineáris tevékenységelemzéssel végezhető fontosabb elemzések kereteit. A következő részekben ezt a gondolatmenetet alkalmazzuk a környezettudatos termeléselmélet esetére.

II.1. A termelési tényező-termék rendszer környezetorintált kibővítése

Amint a bevezetőben említettük, alapvetően három különböző javaslat született a környezeti hatások termelési tényező és termék rendszerbe történő beillesztésére. Most ezeket ismertetem röviden. Ezek a felosztások, amelyek - mint látni fogjuk – nagyon hajaznak egymásra, lényegében azt az óhajt fogalmazzák meg, hogy mindenféle olyan terméket, erőforrást, amit a vállalati tevékenység érint, internalizáljunk, azaz próbáljunk meg piaci alapon értékelni, vagy legalábbis számolni az általa okozott költségekkel.

Először Dyckhoff (1992, 1993) termelési tényező és termék rendszerét mutatom be. A termelési tényezők a termelési folyamat inputjait testesítik, míg termékek az outputokat. Eza két kategória a klasszikus termeléselméletben felmerül, mert ezekre feltétlenül szükség van a piacokon eladható termékek létrehozására. Természetesen minden termelési folyamatban képződnek ikertermékek, de ezek keletkezése a szándékolt végtermék előállításakor elkerülhetetlen. Dyckhoff a rendszerében az input- és outputtermékek halmazát, amelyek a technológiai folyamathoz kapcsolódnak egy másik dimenzióval is jellemzi a termelési folyamat során felhasznált termelési tényezőket és termékeket. Ezt a dimenziót tárgyi kategóriának (Objektkategorien) nevezi. Ezzel kiterjeszti a hagyományos termeléselméletben alkalmazott termékek körét azokkal is, amelyek a piacon nem beszerezhetőek, illetve eladhatóak. Az így kapott input- és outputkategóriákat az 1. ábrán szemléltetjük. Az ábrának ezen kívül van még egy harmadik dimenziója is amely arra utal, hogy a az egyes kategóriákhoz rendelhető-e valamilyen értékítélet. Ebben a harmadik dimenzióban a termék (produktum) és a megszüntetendő (reduktum) *kívánt* csoportok. A terméket a piacon adja el a vállalat az árbevétel reményében, míg a reduktumon olyan termékeket kell érteni, amelyeknek a feldolgozása kívánatos, mert ezzel a környezetterhelés csökkenthető; gondoljunk itt az újrafelhasználásra. A *nemkívánatos* csoportba sorolhatóak a termelési tényezők és az olyan hulladékok, amelyeket nem lehet újrafelhasználni. Ezeket azért tekinthetjük nemkívánatosnak, mert költségeket okoznak a vállalatnak. A *indifferens* kategóriába sorolható melléktényezők és melléktermékek a vállalatnak semmilyen eredményt nem hoz, és ugyanakkor semmilyen költséget sem okoz.

Tárgyi kategóriák Folyamathoz kapcsolódás	JÓSZÁG	SEMLEGES	ROSSZ
INPUT	Termelési tényező	Melléktényezők	Megszüntetendő (Reduktum)
OUTPUT	Termék (Produktum)	Melléktermék	Hulladék

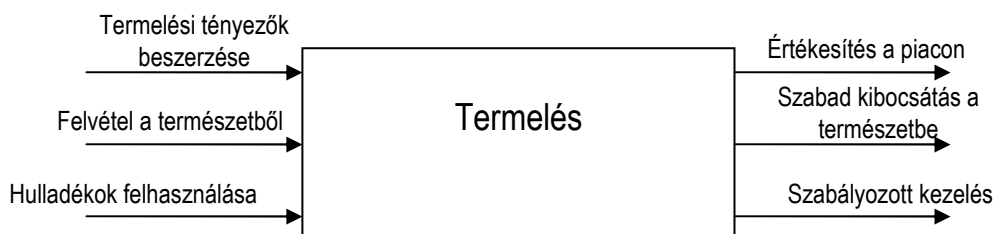
1. ábra. Input- és output kategóriák (Dyckhoff (1992))

A kategóriák értékítélet szerinti felosztása ebben az értelmezésben a gazdasági racionalitáshoz kapcsolódik. Ezzel ezt a csoportosítási kísérletet lezárhatjuk.

A következő termelési tényező és termék rendszerzési javaslat Kistner-Steven szerzőpárostól származik. (Kistner-Steven (1993)) Ők lényegében három dimenzió mentén bővítik ki a termeléselmélet

alapjait: mennyiségi szemlélet szerint, értékek szerint és összgazdasági kívánatosság szerint. A felfogásukban a környezet egyben jószág és termelési tényező is lehet egyben.

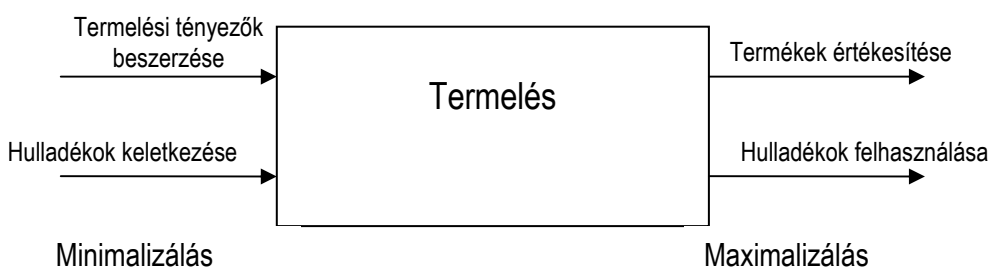
A termelés mennyiség szerint kiterjesztett változatát a 2. ábra mutatja.



2. ábra. A termelés mennyiségi kiterjesztett ábrázolása (Kistner-Steven (1993))

Az ábra atermelési folyamatokban lezajló tényleges anyagáramlási folyamatokat reprezentálja. Ez a klasszifikáció ebben a szemléletben semmilyen értékítéletet nem tartalmaz, így elsősorban egy mérnöki hozzáállást jelent.

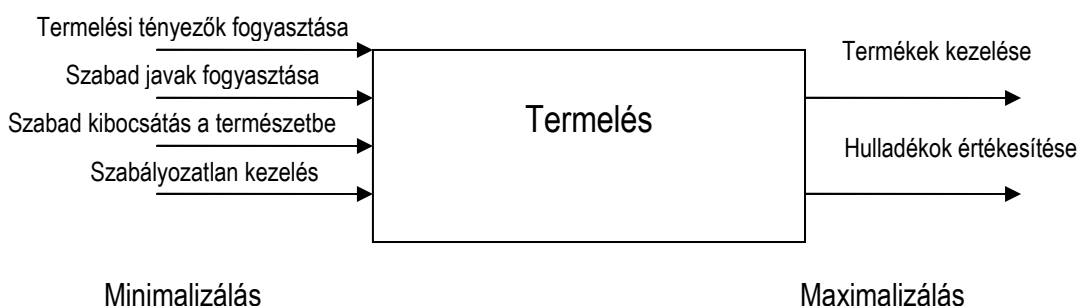
A termelés értékalapú ábrázolása a fontosabb pénzáramlásokat szedi csokorba. (Lásd 3. ábra.)



3. ábra. A termelés értékalapú ábrázolása (Kistner-Steven (1993))

Amint az ábra is érzékelteti, a vállalatok a ttermelési tényezők beszerzésére, valamint a hulladékok kezelésére fordított kiadásait akarják minimalizálni olyan mellékfeltétel mellett, hogy az eladásokat és a hulladékok felhasználását maximálják. A még hasznosítható hulladékok ugyanis a vállalat számára olyan erőforrást testesítenek meg, amelyekért bevételeket realizálhatnak.

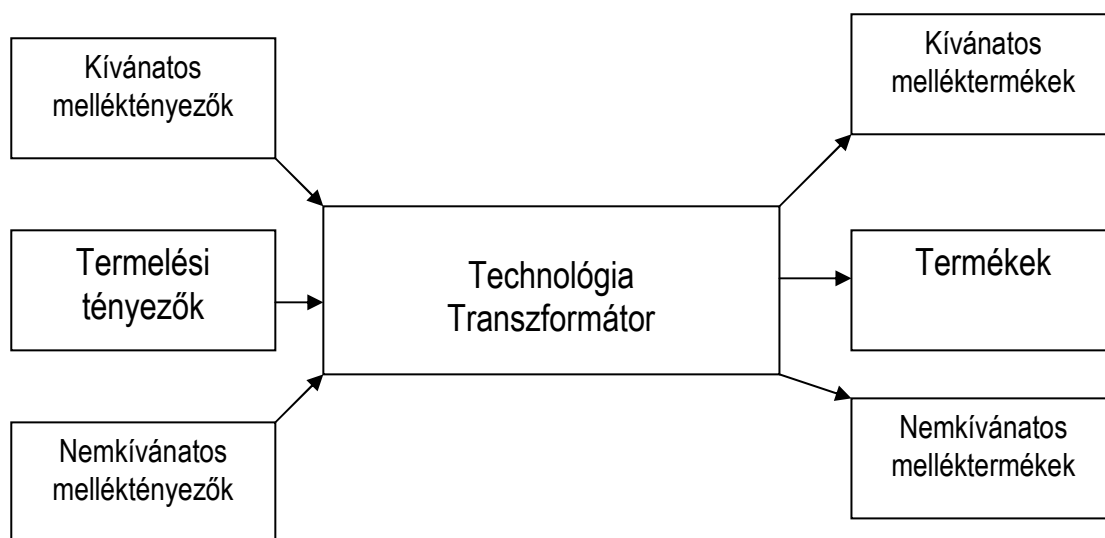
Végül a harmadik metszetben a javak összgazdasági kívánatossága szerint lehet a termékeket fogyasztásuk/keletkezésük alapján csoportosítani.



4. ábra. A javak összgazdasági kívánatosága (Kistner-Steven (1993))

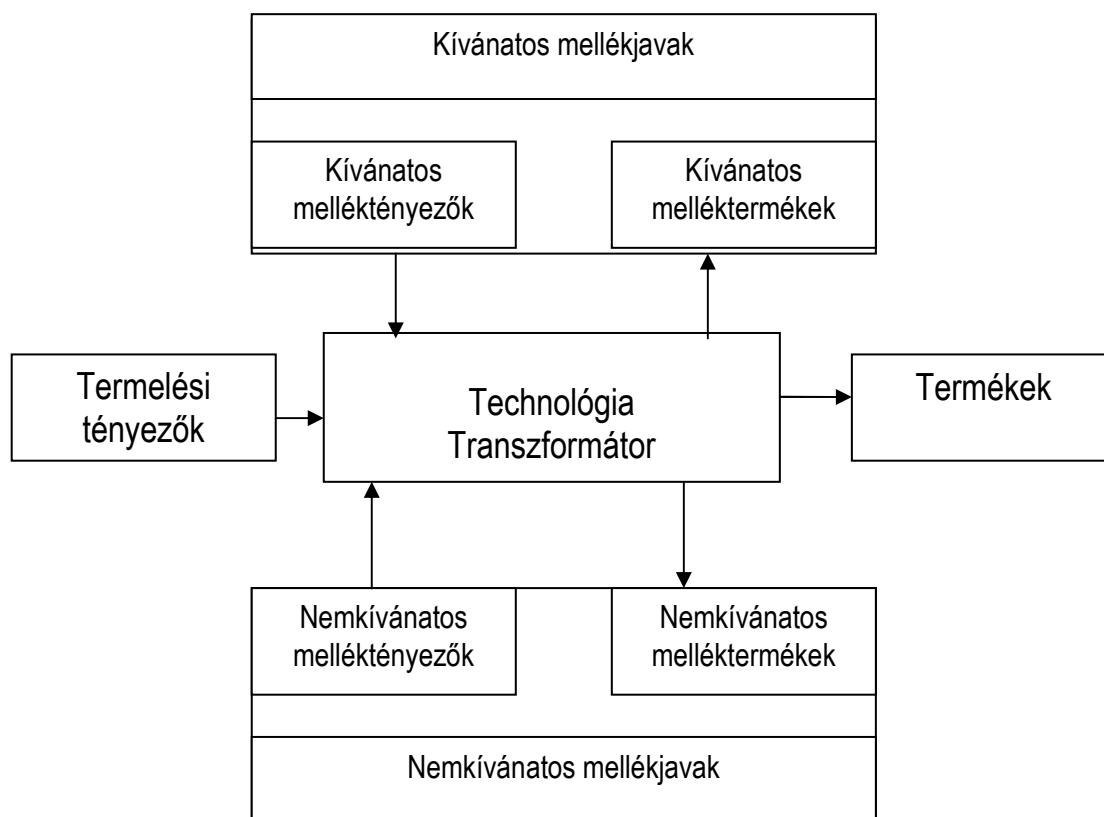
Ez a metszet mutatja, hogy az emberi fogyasztásra szánt termékek termelésén kívül az újrafelhasználás is maximalizálandó célként jelenik meg a gazdaságban, ugyanakkor a termelési tényezők fogyasztás, a szabad jóságok megsemmisítése, a természetbe történő bármilyen emisszió és a szabályozatlan hulladékkezelés mindenképpen elkerülendő a gazdaságban.

Végezetül Dinkelbach és Rosenberg (1994) tényezőrendszerét mutatom be. Ők is többlépcsőben mutatják be a termékekre alkalmazható környezettudatos termeléselmélet alapjául szolgáló rendszert. Először a rendszerükben felosztották a termékeket akívánatos és nemkívánatos kategóriáknak megfelelően. Természetesen, hogy valamilyen termék termelési tényező kívánatos-e, azt ebben az esetben csak a szándékosan előállítandó termékektől függetlenül értjük. Ezt az 5. ábrán mutathatjuk meg.



5. ábra. A termékek csoportosítása kívánatoság alapján (Dinkelbach-Rosenberg (1994))

Második lépésben attól függetlenül, hogy melléktermékről, vagy melléktényezőről van szó, összevonjuk azokat a kívánatosság és nemkívánatosság szerint. Ezt mutatja a 6. ábra.



6. ábra. A javak csoportosítása kívánatosság szerint (Dinkelbach-Rosenberg (1994))

Ez a csoportosítás azért nagyon kényelmes, mert modellezési szempontból hatról négyre csökkenti a modellezni kívánt termelési tényezők és termékek körét. Értékelési szempontból ugyanis a nemkívánatos termékek kezelés ráfordítással, azaz költséggel járhat, míg a kívánatos javak bevételt eredményezhetnek.

II.2. Technológiailag hatékony környezeti tevékenységek

A technológiailag hatékony jószágkombinációk, és ezzel környezetorientált termelési függvények konstruálásához először a környezettudatos technológiát kell meghatároznunk. A vizsgálatainkat a továbbiakban Dinkelbach-Rosenberg (1994) munkája alapján mutatjuk be.

Az előző fejezetben láttuk, hogy a tényezőket és termékeket négycsoportba lehet osztani. Tételezzük most fel, hogy csak egy szándékolt végtermékünk van, n darab szándékolt termelési tényezőnk, valamint m darab nemkívánatos mellékjóságunk, és o darab kívánatos mellékjósággal modellezzük a termelési folyamatot. Ekkor kihasználva a technológiánk lineáris mivoltát, a következő környezetorientált technológiai halmazt írhatjuk fel:

$$UT = \left\{ (-r, -v, u, x) \in \mathbb{R}_+^{n+m+o+1} \mid Az \leq r, Cz \leq v, Bz \geq u, x = 1^T z, z \in \mathbb{R}_+^l \right\},$$

ahol egy környezetorientált folyamatot a $(-\underline{a}_i, -\underline{c}_i, \underline{b}_i, 1)$ négyessel írhatjuk le, amelyben a vektorok az \underline{A} , \underline{C} és \underline{B} mátrixok i -ik oszlopát jelöli.

Az UT technológiához tartozó termelési függvényt a következő lineáris programozási feladattal állíthatjuk elő:

$$x^o = 1^T z \rightarrow \max$$

$$Az \leq r^o,$$

$$Cz \leq v^o,$$

$$Bz \geq u^o$$

$$z \geq 0.$$

Amint látjuk, ez a model lényegében megegyezik a környezeti hatások nélküli modellel. A termelési függvény így a következő formában áll elő: $x^o = F(\underline{r}^o, \underline{v}^o, \underline{u}^o)$. Erről a termelési függvényről is megállapítható, hogy folytonos, szakaszosan folytonosan differenciálható, és konkáv. Tehát megtartotta azokat a tulajdonságokat, amiket az eredeti lineáris tevékenységelemzéssel alkotott modellünk rendelkezett. Mindez ugyanakkor azt is megengedi, hogy a gazdasági hatékonyságot is teljesen hasonlóan értelmezzük a modellünkben.

Ezzel a környezettudatos termeléselmélet technológiai hatékonyságot teljesen leírtuk.

II.3. Gazdaságilag hatékony környezeti tevékenységek

A gazdaságilag hatékony termelési tervek előállítására ebben az esetben is két út áll rendelkezésünkre. Itt mi most nem fogom elemezni a minimális költség kombinációhoz vezető utat, mert az csak növeli a optimumszámítási feladatok számát, ezért csak aközvetlen nyereségmaximalizáló feladatot írom fel. A megoldása ennek a modellnek is teljesen analóg azzal, amit az előzőekben tettem.

Tételezzük fel, hogy a kívánatos és nem kívánatos jószágok árai ismertek, mégpedig a nemkívánatos javak árvektora \underline{q}^{NK} , míg a kívánatos jószágok ára \underline{p}^K . Ekkor a nyereséget optimalizáló feladat alakja:

$$px + \underline{p}^K \underline{u} - \underline{q} \underline{r} - \underline{q}^{NK} \underline{v} \rightarrow \max$$

$$x = F(\underline{r}, \underline{v}, \underline{u}).$$

Ennek a problémának a megoldása adja a nyereségmaximális környezetorientált termelési tervet.

III. A kormányzati környezetvédelmi politika hatásai a vállalat termelésére

Ebben a részben az ismeretett vállalatgazdasági termeléselmélet alkalmazását mutatjuk be a vállalati gyakorlatban alkalmazott kormányzati környezetvédelmi politika tekintetében. Amint a bevezetésben említettük, három fontosabb alkalmazási területet tekintünk át:

- alkalmazkodás a határtérték- és környezeti adók szabályozásra (közvetett és közvetlen szabályozás),
- szennyezési jogok bevezetése és hatása a vállalati termelési politikára,
- újrafelhasználási folyamatok.

A szennyezési jogok alkalmazását nagyon sokszor a normatív és gazdasági szabályozás speciális eseteként interpretálják. Mégis teljesen más megoldást szolgáltat a szennyezési jogok alkalmazása, ugyanis amíg a határértékszabályozás- és adók, díjak rendszere a kormányzat és megfelelő szervei által kívülről meghatározott paramétereket jelentenek, amire a vállalatnak alkalmazkodnia kell, addig a szennyezési jogok politikája arra az előfeltételezésre épül, hogy a vállalat maga dönti el, hogy mekkora szennyezést képes beszerezni, arra mennyi pénzeszköze van. Ekkor a szennyezési jog ára a piacon dől el, tehát piaci mechanizmus alakítja ki annak az árát. Összegezve, a szennyezési jogok politikája egy piackonform megoldás, míg a közvetett és közvetlen kormányzati szabályozás nem piackonform megoldást nyújtanak, mert az ilyen szabályozási rendszer eltéríti a piaci árakat a beavatkozás révén. Úgy is fogalmazhatunk, hogy a normatív és gazdasági szabályozásra a vállalat csak reagál, alkalmazkodik, míg a szennyezési jogok esetén a vállalat aktívan reagál, maga dönt szennyezés mértékéről. Az egyetlen probléma a szennyezési jogok bevezetésével talán az, hogy a gazdaságra adott kvótákat a kormányzat adja meg az egyes vállalatoknak. (Ez a kiosztási folyamatot hívják grandfathering-nek.) Ezzel a kormányzat megadhatja a gazdaság összes maximális szennyezési lehetőségét. Azonban a továbbiakban piacon, vagy egy szennyezési anyag tőzsdén folyhat tovább a szennyezési jogok árazása, tehát piaci módszerekkel.

Az újrafelhasználást alapvetően egy piackonform eszköznek tekinthetjük még akkor is, ha a szükséges tevékenységeket elég nagy kormányzati szabályozást tételez fel. Az újrahasznosítás gyakorlatilag egy piacon alakul ki, ezért ez a tevékenység is aktív vállalati döntési szabadságot kell hogy jelentsen.

III.1. Közvetlen és közvetett környezetvédelmi szabályozás hatása a vállalati termelésre

Ennek a részfejezetnek a célja a normatív és gazdasági szabályozások beillesztése az ismertett termeléselméleti modellbe. A két szabályozási típust szokták még mennyiségi (normatív) és ár- (gazdasági) szabályozásnak is nevezni. Vizsgáljuk először a mennyiségi szabályozást.

A mennyiségi szabályozás azt jelent, hogy egy bizonyos kibocsátásra a vállalat a kormányzattól egy szennyezési felső határtétét kap, tehát a vállalati nyereségmaximalizálási feladatot „eltéríti” a szennyezőanyag kibocsátásra adott korlátozás. Ekkor a vállalat a következő feladatot kell, hogy megoldja:

$$px + p^K \underline{u} - q \underline{r} - q^{NK} \underline{v} \rightarrow \max$$

$$x = F(\underline{r}, \underline{v}, \underline{u}),$$

$$\underline{v} \leq \underline{v}_0,$$

ahol \underline{v}_0 a kormányzat által megadott szennyezési felső határték, amelyet a vállalat nem léphet át. Már ebből a feladatból is látható, hogy ezzel a korlátozással a kormányzat eltéríti a vállalati termelést a gazdasági optimumtól. Ha a vállalati árképzésre gondolunk, akkor az ilyen korlátozás nem lesz piackonform, még akkor is, ha a gyakorlatban szélesen alkalmazott eljárás az egyszerűsége miatt.

Az árszabályozás azt jelent, hogy egy bizonyos kibocsátás után a vállalat egy adószerű befizetést eszközöl az államháztartásba, tehát a vállalati nyereségmaximalizálási feladatot ebben az esetben „eltéríti” a fizetendő összeg. (Ezt a szabályozást gyakran hívják kormányzati környezetvédelmi politikának államháztartási bevétel mellett.) Ekkor a vállalat az alábbi feladatot megoldja meg:

$$px + p^K \underline{u} - q \underline{r} - q^{NK} \underline{v} - \alpha \underline{v} \rightarrow \max$$

$$x = F(\underline{r}, \underline{v}, \underline{u}),$$

ahol α a kormányzat által meghatározott szennyezési díj, nevezhető adónak az adott szennyező anyagra. Ebből a feladatból is látható, hogy ezzel a korlátozással a kormányzat eltéríti a vállalati termelést a gazdasági optimumtól. Ez a szabályozás is szélesen alkalmazott eljárás az egyszerűsége miatt a gyakorlatban.

III.2. A szennyezési jogok hatása a vállalati termelési politikára

A szennyezési jogok politikája, amint megállapítottuk, piackonform megoldásnak tartható. Ekkor a vállalat a szennyezési jogok piacán szerzi be a számára szükséges szennyezési mennyiséget, aminek az ára egy piacon kialakuló érték. A vállalat számára megoldandó feladat a következő módon áll elő:

$$px + p^K \underline{u} - q \underline{r} - q^{NK} \underline{v} - \beta \Delta \underline{v} \rightarrow \max$$

$$x = F(\underline{r}, \underline{v}, \underline{u}),$$

ahol β a szennyezőanyag kibocsátás egységének beszerzési ára. Amint a a nyereségfüggvényből látható, nem teljes mennyiséget, hanem egy $\Delta \underline{v}$ növekménynyi szennyezési jogot szerez be a vállalat. Ebből a szempontból a szennyezési jogok politikája egy dinamikus karakterrel is bír, hiszena már meglévő szennyezési jog mellé szerez be a vállalat egy növekményt, amit az adott tervezési periódusban használ fel.

Könnyen úgy tűnhet, hogy a szennyezési jogok politikája egy árszabályozási módszer. Erre hívja fel a figyelmet Dinkelbach-Rosenberg (1994) és Dethloff-Seelbach (1998). Ők úgy interpretálják a szennyezési jogot, mint egy oszthatatlan jószágot; azaz csak egy meghatározott egységnyi szennyezést és annak többszörösét lehet beszerezni, de ezt az egységet nem lehet tovább osztani. Ők úgy érvelnek, hogy a megvásárolt, de fel nem használt szennyezési jog egy olyan meg nem valósult szennyezést testesít meg, amely a környezet szennyezettségi szintjét csökkenti, amivel javítja a környezet állapotát.

Ezzel befejeztük a közvetlen és közvetett környezeti szabályozás, valamint a szennyezési jogok hatásának vizsgálatát a vállalati termelési politikára. A következő részben az úrafelhasználást, vagy recycling vállalati termelésre gyakorolt hatását mutatjuk be.

III.3. Az úrafelhasználás hatása a vállalati termelésre

A szennyezési jogok politikája, amint megállapítottuk, piackonform megoldásnak tartható. Ekkor a vállalat a szennyezési jogok piacán szerzi be a számára szükséges szennyezési mennyiséget, aminek az ára egy piacon kialakuló érték. A vállalat számára megoldandó feladat a következő módon áll elő:

$$px + p^K \underline{u} + p^R \underline{x}^R - q \underline{r} - q^R \underline{r}^R - q^{NK} \underline{v} \rightarrow \max$$

$$x = F(\underline{x}^R, \underline{l}, \underline{l}^R, \underline{v}, \underline{u}),$$

ahol bevezettük a recycling folyamatokat, amelyek egy újabb tevékenységet jelentenek ($-\underline{l}^R, \underline{x}^R$) jelöléssel. Az újrafelhasználási folyamat ekkor \underline{l}^R termelési tényező felhasználása mellett \underline{x}^R újrahasznosított anyagból készült terméket eredményez. Az újrahasznosítás költségét a \underline{q}^R vektor jelöli, míg az újrahasznosításból nyert végtermékek piaci ára \underline{p}^R lesz.

IV. Összefoglalás

Ebben a dolgozatban összefoglaltuk a német nyelvterületen oktatott és kutatott vállalatgazdasági termeléselmélet lineáris tevékenységelemzésen alapuló alapjait. Megmutattuk, hogy viszonylag kis átalakítással a lineáris tevékenységelemzésre épülő termeléselméletbe különösebb nehézség nélkül integrálhatóak a környezeti elemek a termelési tényező és termék rendszer természetes kiterjesztésével. Az ilyen jellegű általánosítás lehetővé teszi, hogy a vállalati termelési politikában vizsgálhatóvá váljon többek között a kormányzati környezetvédelmi szabályozás hatásainak elemzése, és még az újrafelhasználás (recycling) is modellezhető.

Ez az alapmodell alapvetően statikus, amivel beruházási folyamatok nem vizsgálhatóak. Az idő, valamint a készletállományok bevezetésével a gazdasági valóságot pontosabban leíró hatásmechanizmusok is elemezhetővé válnak a lineáris tevékenységelemzési modellben.

V. Melléklet: A témához kapcsolódó saját publikációk

A statikus vállalatgazdasági termeléselmélet dinamikus és környezetorientált kiterjesztése:

1. A dynamic theory of production: flow or stock-flow production functions, Discussion Paper No. 444 (2000), 20 S., Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Bielefeld
2. A Dynamic Environmental Theory of Production, (with K.-P. Kistner), In: Fleischmann, B., Lasch, R., Derigs, U., Domschke, W., Rieder, U. (Eds.): Operations Research Proceedings 2000: Selected Papers of the Symposium on Operations Research (SOR 2000), (2001) Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 435-438
3. Környezetvédelmi tevékenység egy dinamikus termelési modellje, Szigma XXXIII. (2002), 131-140

A kormányzati közvetett és közvetlen környezetvédelmi szabályozás hatása a vállalati termelési politikára:

1. Production-Inventory Control under Environmental Constraints, Int. J. of Production Economics 56-57 (1998), 123-131
2. Production Strategies under Environmental Constraints in an Arrow-Karlin Model, Int. J. of Production Economics 59 (1999), 337-340
3. Production strategies under environmental constraints: Continuous time model with concave costs, Int. J. of Production Economics 71 (2001), 323-330

A szennyezési jogok hatása a vállalati termelési politikára:

1. Szennyezési jogok hatása a vállalati termelési stratégiára, 25. sz. Műhelytanulmány (2002), Vállalatgazdaságtan tanszék, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem
2. The effects of emission trading on production and inventories in the Arrow-Karlin model, Int. J. of Production Economics (2005), 93-94, 301-308
3. Tradeable permits and production-inventory strategies of the firm, Int. J. of Production Economics 108 (2007), 329-333

Az újrafelhasználás hatása a vállalati termelési politikára:

1. Production-Inventory Strategies for a Linear Reverse Logistics System, Discussion Paper No. 431 (1999), 30 S., Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Bielefeld
2. Optimal Production-Inventory Strategies for a Reverse Logistics System, (with K.-P. Kistner), In: Dockner, E. J., Hartl, R. F., Luptacik, M., Sorger, G. (Eds.): Optimization, Dynamics, and Economic Analysis: Essays in Honor of Gustav Feichtinger, (2000), Physica-Verlag, Heidelberg, New York, 246-258
3. Optimal production-inventory strategies for a HMMS-type reverse logistics system, Int. J. of Production Economics 81-82 (2003), 351-360
4. Comparison of disposal strategies in linear reverse logistics models, Working Paper Nr. 41 (2003), Department of Business Economics, Budapest University of Economics and Public Administration

Hivatkozások

Dethloff, J., Seelbach, H., (1998): Umweltorientierte Logistik, In: Hansmann, K.-W. (Hrsg.): Umweltorientierte Betriebswirtschaftslehre: Eine Einführung, 1998, Gabler, Wiesbaden, 145-190

Dinkelbach, W., Rosenberg, O. (1994): Erfolgs- und umweltorientierte Produktionstheorie, Springer, Berlin et al.

Dyckhoff, H. (1992): Betriebliche Produktion - Theoretische Grundlagen einer umweltorientierten Produktionswirtschaft, Springer, Berlin et al.

Dyckhoff, H. (1993): Theoretische Grundlagen einer umweltorientierten Produktionswirtschaft, In: Wagner, G.R. (Hrsg.): Betriebswirtschaft und Umweltschutz, 1993, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 81-105

Gutenberg, E. (1951, 1983): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Erster Band: Die Produktion, 24. Aufl., Springer, Berlin

Kerekes, S. (2007): A környezetgazdaságtan alapjai, Aula, Budapest

Kerekes, S., Szilávik, J. (1996): A környezeti menedzsment közgazdasági eszközei, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest

Kistner, K.-P. (1983): Zur Erfassung von Umwelteinflüssen der Produktion in der linearen Aktivitätsanalyse, Wirtschaftswissenschaftliches Studium (WiSt) 12, 389-395

Kistner, K.-P. (1993): Produktions- und Kostentheorie, 2. Aufl., Physica-Verlag, Heidelberg

Kistner, K.-P., Steven, M. (1993): Lineare Aktivitätsanalyse und Umweltschutz, In: Wagner, G.R. (Hrsg.): Betriebswirtschaft und Umweltschutz, 1993, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 106-125

Koopmans, T.C. (1951): Analysis of production as an efficient combination of activities, In: Koopmans, T.C. (Ed.): Activity analysis of production and allocation, 1951, Wiley, New York, 33-97

Matschke, M.J., Jaeckel, U.D., Lemser, B. (1996): Betriebliche Umweltwirtschaft: Eine Einführung in die betriebliche Umweltökonomie und in Probleme ihrer Handhabung in der Praxis, Verlag Neue Wirtschafts-Briefe, Herne/Berlin

Seelbach, H., Dethloff, J. (1998): Theoretische Grundlagen umweltorientierter Produktion, In: Hansmann, K.-W. (Hrsg.): Umweltorientierte Betriebswirtschaftslehre: Eine Einführung, 1998, Gabler, Wiesbaden, 19-76

Wicke, L. Haasis, H.-D., Schaffhausen, F., Schulz, W. (1992): Betriebliche Umweltökonomie: Eine praxisorientierte Einführung, Franz Vahlen, München

Wicke, L. (1993): Umweltökonomie: Eine praxisorientierte Einführung, 4. Aufl., Verlag Franz Vahlen, München

Jelen tanulmány a VERSENYKÉPESSÉG KUTATÁS MŰHELYTANULMÁNYSOROZAT kötetét képezi.
BCE Versenyképesség Kutató Központ
Kiadásért felelős: Chikán Attila igazgató
ISSN 1787-6915